

## УДК 681.865.8

**А. А. ФЕДОРОВ**, к.т.н., доц. НТУ «ХПИ»;  
**С. А. МЕХОВИЧ**, к.е.н., проф. НТУ «ХПИ»;  
**О. А. БУТЕНКО**, к.е.н., доц. МРИ

### О ПРОБЛЕМЕ ГРУППИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГПС

Рассматриваются вопросы организации гибких производственных систем

They Are Considered questions to organizations of the flexible production systems

**Ключевые слова:** гибкие производственные системы, группирование, мера близости.

**Введение** В [2, 3, 5, 6] рассматриваются общие вопросы классификации рабочих, связанных с эксплуатацией ГПС, структуры ГПС, тенденции развития ГПС. Внедрение ГПС способствует тому, что обслуживать такие системы могут только квалифицированные работники, а выполнять работы на них по механической обработке деталей могут и рабочим с невысоким уровнем квалификации. В этом и есть преимущество автоматизации, которая снижает стоимость выполняемых работ и массовое использование ГПС характерно для экономически развитых стран.

С маркетинговых позиций для удовлетворения большего количества потребителей, предприятие должно выпускать как можно большее количество типоразмеров и модификаций изделий. Повышение разнообразия возможно при переходе от массового производства к производству по индивидуальным заказам. В большинстве случаев это возможно потому, что из одних и тех же деталей и узлов можно собрать большое количество изделий, удовлетворяющих большой спектр потребительских пожеланий. Это характерно, например, при сборке персональных компьютеров (ПК).

Такая же ситуация характерна и для предприятий приборостроения и электромашиностроения, мебельной и других производств, где полной тождественности двух изделий различных модификаций по всем конструктивно – технологическим параметрам, в принципе, быть не может. То есть, комплексы работ по отдельным изделиям имеют как некоторое сходство, так и индивидуальные различия, что формально можно представить [4]:

$$X_i \cap X_j \neq \emptyset; i = j$$

$$X_i = g_{ip} ; g_{ip} \in 0,1 ; i, j = \overline{1, n}; p = \overline{1, m}; \quad (1)$$

где  $X_i, X_j$  — множество деталей и технологических операций, необходимых для изготовления  $i$ -го и  $j$ -го изделий;

$p$  — количество характеристик изделий детального и технологического свойства.

Если  $g_{ip} = 1$  в выражении (1), то это значит, что  $p$ -ая деталь (технологический процесс) используется при изготовлении  $i$ -го изделия.

**Постановка задачи** С производственной позиции предприятие поступая, таким образом, обрекает себя на усложнение всех организационных проблем. Ведь чем меньше разнообразие выпускаемой продукции, тем легче некоторые процессы механизировать и автоматизировать, а, следовательно, и облегчается задача контроля.

Объективное требование промышленно развитого общества - потребность в разнообразной и высококачественной продукции. Это возможно при осуществлении комплексной автоматизации производства, основанной на гибкости. В машиностроении принят модульный принцип формирования гибких производственных систем (ГПС). Унифицированные модули — промышленные роботы (ПР) с различными рабочими параметрами входят в качестве структурных элементов в робототехнический комплекс (РТК). Развитие робототехники, ориентированной на концентрацию роботов в РТК, уступает новой тенденции — внедрению роботов в ГПС на уровне системной организации автономного производства.

ГПС порождает новые производственные тенденции. С одной стороны возникает массификация промышленного производства, а с другой — демассификация продукции. Это связано с модульно — блочным конструированием изделий, т. е. переходом от изделий по детальной специализации к по детально — узловой. Это позволяет осуществлять диверсификацию в пределах имеющихся технологий и принятой организации производства. Так осуществляется переход от единичных технологических процессов, к многопредметной, много инструментальной и многопозиционной обработке элементов изделий.

Соединение поточной организации с современными технологическими средствами является важным фактором интенсификации и повышения эффективности мелкосерийного многономенклатурного производства с коротким циклом изготовления. В связи с этим необходимо ориентировать такое производство на потенциально допустимые гибкие производственные системы. Вследствие этого

улучшаются экономические показатели производства: сокращается длительность производственного цикла изготовления изделия при минимальном объеме незавершенного производства; сокращаются межоперационные заделы и запасы; снижаются энергетические затраты, упрощается проблема контроля хода выполнения ежедневных плановых заданий и т. п. [2-4].

Внедрение ГПС для такого производства сопряжено с тем, что индивидуальный анализ особенностей каждой детали требует для нее специальных устройств ориентирования, транспортировки, накопления и контроля, что увеличивает время технологической подготовки производства. Поэтому возникает проблема группирования по определенному сходству. Конструктивно – технологическая классификация изделий является начальным этапом при формировании ГПС.

Признаками сходства могут служить конструктивно – технологические особенности изделий, от которых, в конечном счете, зависит технологичность и приемственность к автоматической обработке и сборке изделий в целом.

**Методология** Для решения конкретных задач классификации, чтобы определить, являются ли два объекта близкими между собой, необходимо иметь количественной оценки степени сходства. Это достигается введением функции, измеряющей близость на множестве рассматриваемых объектов. Можно воспользоваться коэффициентами сходства Рао, Хаммана, Дейка или Танимото [1]. Хотя оперировать с коэффициентами сходства несложно, но в инструментальном (алгоритмическом) смысле эффективней использовать меру близости [9]. Понятие близости является одним из основных в таких задачах такого класса и поэтому требует не интуитивного представления, а математически корректного.

**Результаты исследования** Так как для любой пары изделий имеет место условие (1), то в качестве количественной меры близости между  $i$  –ым и  $j$  –ым изделиями можно предложить следующие выражения на основе коэффициентов сходства Рао, Хаммана, Дейка или Танимото [1, 7, 8]:

$$d_p = 1 - \frac{|x_i \cap x_j|}{|x_i \cup x_j|}; \quad (2)$$

$$d_x = 1 - \frac{|x_i \cap x_j| - |x_i \cup x_j \setminus x_i \cap x_j|}{|x_i \cup x_j|}; \quad (3)$$

$$d_d = 1 - \frac{2|x_i \cap x_j|}{2|x_i \cup x_j| + |x_i \cup x_j \setminus x_i \cap x_j|}; \quad (4)$$

$$d_T = 1 - \frac{|x_i \cap x_j|}{|x_i| + |x_j| - |x_i \cup x_j \setminus x_i \cap x_j|} \quad (5)$$

$$d_2 = 1 - \frac{|X_i \cap X_j|}{|X_i| + |X_j|} \quad (6)$$

$$d_3 = 1 - \frac{2|X_i \cap X_j|}{|X_i| + |X_j|} \quad (7)$$

Для общего случая, когда  $g_{ip} \in \{0,1,2,\dots,k\}$ , (при детально – узловой и технологической специализации производства электрических приборов и аппаратов), предлагается в качестве меры близости использовать следующее выражение [8]:

$$d_{ij} = 1 - \frac{\sum_{p=1}^m \alpha_{ij}^p}{|X_i| + |X_j|}, \quad (8)$$

$$\text{где } \alpha_{ij}^p = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_{ip} g_{jp} = 0 \\ g_{ip} + g_{jp}, & \text{якщо } g_{ip} g_{jp} \neq 0. \end{cases}$$

**Выводы** Меры близости (2-8) могут быть использованы при анализе и синтезе структур сложных систем различной природы (технических, экономических, социальных)

**Список литературы:** 1. Боннер Р.Е. Некоторые методы классификации. – В кн. Автоматический анализ сложных изображений. М.: Мир, 1969. – 273 с. 2. Макмилан Ч. Японские промышленная система.: пер. с англ. М.: Прогресс, 1988, 400 с. 3. Гибкое автоматизированное производство / под общ. ред. С. А. Майорова. Л.: Машиностроение, 1993, 85с. 4. Салыга В. И. Федоров А. А. Модель текущей специализации в задаче распределения квартальной программы. «Электротехническая промышленность», вып. 8 (454), 1977. с. 23-25с. 5. Иваниенко В.В. Управление эффективностью

использования ресурсов производства. Научное издание. – Харьков: Изд. ХНЭУ, 2005. – 368 с. **6.** *Мехович С. А., Мехович А. С.* Методика классификации рабочих, связанных с эксплуатацией автоматического оборудования и ГПС. /Вестник НТУ «ХПИ» сб. «Технический прогресс и эффективность производства».- Х.: НТУ «ХПИ».-2007 -№14,158с. **7.** *Федоров А. А., Федоров М. А.* Об одной мере близости экономических объектов, описываемых числовым вектором. Вестник ХГПУ, «Технический прогресс и эффективность производства» №21, 1997. **8.** *Федоров А. А.* Об одной мере близости объектов в признаковом пространстве. В сб. Автоматизированные системы управления, вып. 2, Харьков, ХАИ. 1979

Подано до редакції 29.11.2010